

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : 2 793 163

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : 99 05869

(51) Int Cl⁷ : B 01 D 53/92, B 01 D 53/14, 53/94, B 01 J 20/02, 20/04, 20/06, 20/08, 20/28, 23/40 // (B 01 J 23/40, 103:66, 103:68, 103:72, 101:32, 103:18, 103:26, 103:34, 103:12, 103:54, 103:64) B 01 D 175:10

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 07.05.99.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : ECIA EQUIPEMENTS ET COMPOSANTS POUR L'INDUSTRIE AUTOMOBILE — FR, RHODIA CHIMIE — FR et RENAULT — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.11.00 Bulletin 00/45.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(72) Inventeur(s) : BOULY CHRISTOPHE, PONTIER THIERRY, SARDA CHRISTIAN, BIRCHEM THIERRY, HEDOUIN CATHERINE, SEGUELONG THIERRY, MORAL NAJAT, GUYON MARC et BERT CHRISTIAN.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

(54) COMPOSITION D'EPURATION AVEC TRAITEMENT DES NOX DES GAZ D'ECHAPPEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

(57) Composition d'épuration des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne pouvant effectuer la combustion d'un combustible avec des rapports air-combustible pauvres comprenant des moyens absorbant les NO_x présents dans les gaz d'échappement, en présence d'un excès d'oxygène et qui libèrent les NO_x absorbés lorsque la concentration en oxygène des gaz d'échappement diminue, caractérisée en ce que les moyens absorbant les NO_x comprennent une association:

- d'une première composition comprenant un support et une phase active, la phase active étant à base de manganèse et d'au moins un autre élément A choisi parmi les alcalins et les alcalino-terreux, le manganèse et l'élément A étant chimiquement liés,

- d'une seconde composition comprenant un support et une phase active à base de manganèse et d'au moins un autre élément B choisi parmi les alcalins, les alcalino-terreux et les terres rares, cette seconde composition présentant ou étant susceptible de présenter une surface spécifique d'au moins 80 m²/g après une calcination de 8 heures à 800°C, et en ce qu'en outre, une fonction de réduction et/ou de catalyseur trois voies est incorporée aux moyens absorbant les NO_x.

FR 2 793 163 - A1



La présente invention concerne les compositions de traitement de gaz d'échappement de moteurs à combustion interne.

Dans les systèmes d'échappement de véhicules automobiles, on utilise des catalyseurs pour convertir le monoxyde de carbone, les hydrocarbures et les oxydes d'azote NO_x produits au cours du fonctionnement du moteur, en gaz
5 mieux acceptables pour l'environnement.

Lorsque le moteur fonctionne avec un rapport air/combustible stoechiométrique ou légèrement riche, c'est-à-dire entre environ 14,7 et 14,4 des catalyseurs contenant du palladium, du platine et du rhodium ou des mélanges
10 ou alliages de ces métaux sont capables de convertir efficacement les trois familles de gaz simultanément.

De tels catalyseurs sont souvent appelés catalyseurs trois voies.

Pour permettre de réaliser des économies de combustible, il est cependant souhaitable de faire fonctionner les moteurs dans des conditions de
15 combustion pauvre dans lesquelles le rapport air/combustible est supérieur à 14,7 et généralement compris entre 19 et 27.

Les catalyseurs trois voies sont capables de convertir le monoxyde de carbone et les hydrocarbures mais ne sont pas efficaces pour la réduction des NO_x produits pendant un fonctionnement à combustion pauvre.

En effet, les catalyseurs à trois voies traditionnels requièrent des proportions très strictes entre les agents oxydants et les agents réducteurs et ne
20 peuvent donc traiter par conversions catalytiques les NO_x des gaz d'échappement lorsque ces derniers présentent un excès d'oxygène.

Pour résoudre ce problème, on a développé des dispositifs d'épuration des gaz d'échappement comportant des pièges à NO_x . Le principe de ces dispositifs, notamment celui décrit dans le brevet EP-560 991, est d'absorber les NO_x
25 produits lors du fonctionnement du moteur en mélange pauvre.

Cette absorption des NO_x est obtenue en faisant traverser un monolithe imprégné de substances absorptrices par le flux des gaz d'échappement s'échappant des chambres de combustion. Ces substances sont principalement
30 formées d'éléments alcalins ou alcalino-terreux et de catalyseurs d'oxydation. Les oxydes d'azote NO_x , préalablement oxydés en NO_2 par des catalyseurs appropriés tels que le platine, sont absorbés à la surface des éléments alcalins ou alcalino-terreux par formation de nitrates.

La capacité et la durée de stockage sont forcément limitées, ce qui impose d'effectuer périodiquement des régénérations, couramment appelées purges. Elles ont pour double objectif de libérer les NO_x ainsi piégés et de réduire les oxydes d'azote en composés non polluants (azote).

5 Cette étape de purge se déroule grâce à une stratégie moteur adaptée permettant de générer un milieu à faible teneur en oxygène et contenant des quantités importantes d'agents réducteurs (CO , H_2 ou HC). La réduction des NO_x est alors assurée par l'ajout d'une fonction réductrice, souvent à base de platine ou de rhodium, sur le monolithe.

10 On sait que certains matériaux alcalins tels que le baryum, le potassium ou le strontium en combinaison avec du platine sont capables d'emmagasinier ou d'absorber des oxydes d'azote dans des conditions d'excès d'oxygène.

Ces pièges à NO_x sont particulièrement intéressants en raison de leur capacité d'éliminer les NO_x des gaz d'échappement de moteurs à combustion
15 pauvre.

De tels systèmes d'épuration des gaz d'échappement, s'ils permettent bien d'obtenir des efficacités compatibles avec les niveaux nécessaires pour atteindre les normes législatives, par un fonctionnement adapté des alternances entre les phases d'absorption et les phases dites de régénération, présentent un
20 certain nombre d'inconvénients.

Il est apparu que les pièges à NO_x actuellement connus présentent un certain nombre d'inconvénients. Ils requièrent des niveaux élevés de métaux précieux puisque ces métaux précieux participent à la fois aux réactions de stockage des NO_x et à leur réduction. Ils sont donc très chers à fabriquer.

25 Par ailleurs, les pièges à NO_x actuels sont très sensibles à un empoisonnement par le soufre (issu du soufre initialement présent dans le carburant). En effet, les oxydes de soufre se substituent du fait de la présence des catalyseurs d'oxydation, par un procédé très similaire à celui responsable de la formation de nitrates, aux oxydes de NO_x à la surface des éléments alcalins et alcalino-terreux. L'activité de piégeage diminue alors graduellement au cours du
30 temps et il est nécessaire de développer des stratégies de purge du soufre, stratégies fortement consommatrices d'agents réducteurs et en particulier de carburant.

On a donc mis au point des pièges à NO_x comprenant un support poreux et des catalyseurs comprenant le manganèse et le potassium.

Le support poreux peut être réalisé en alumine, en un oxyde de cérium, en un oxyde de zirconium, ou en zéolite.

5 On a déjà prévu d'associer un piège à NO_x du type décrit ci-dessus, un catalyseur trois voies placé dans une ligne d'échappement en amont du piège à NO_x .

10 Dans un tel agencement, le catalyseur trois voies étant monté près du moteur, chauffe rapidement et assure une conversion efficace des émissions en démarrage à froid.

Ensuite, lorsque le moteur est chaud, le catalyseur trois voies élimine les hydrocarbures, le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote des gaz d'échappement pendant le fonctionnement stoechiométrique et les hydrocarbures et le monoxyde de carbone pendant le fonctionnement à combustion pauvre.

15 Le piège à NO_x placé en aval du catalyseur trois voies intervient lorsque la température des gaz d'échappement lui permet d'atteindre une efficacité maximale.

On a également envisagé de placer un catalyseur trois voies en aval du piège à NO_x .

20 Le fait de placer dans une ligne d'échappement un piège à NO_x et un catalyseur trois voies en amont et/ou en aval de celui-ci, nécessite pour ces composés des conditionnements à inclure dans une ligne d'échappement de façon séparée, ce qui accroît l'encombrement du système et par conséquent son prix de revient.

25 L'invention vise à créer une composition de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne qui tout en étant d'une efficacité accrue par rapport aux compositions connues soit d'un prix de revient réduit en particulier en ce qui concerne son conditionnement en vue de son incorporation dans une ligne d'échappement d'un véhicule automobile.

30 Elle a donc pour objet une composition d'épuration des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne pouvant effectuer la combustion d'un combustible avec des rapports air-combustible pauvres comprenant des moyens absorbant les NO_x présents dans les gaz d'échappement, en présence d'un excès d'oxygène et qui libèrent les NO_x absorbés lorsque la concentration en oxy-

gène des gaz d'échappement diminue, caractérisée en ce que les moyens absorbant les NO_x comprennent une association :

5 - d'une première composition comprenant un support et une phase active, la phase active étant à base de manganèse et d'au moins un autre élément A choisi parmi les alcalins et les alcalino-terreux, le manganèse et l'élément A étant chimiquement liés,

10 - d'une seconde composition comprenant un support et une phase active à base de manganèse et d'au moins un autre élément B choisi parmi les alcalins, les alcalino-terreux et les terres rares, cette seconde composition présentant ou étant susceptible de présenter une surface spécifique d'au moins $80 \text{ m}^2/\text{g}$ après une calcination de 8 heures à 800°C , et en ce qu'en outre, une fonction de réduction et/ou de catalyseur trois voies est incorporée aux moyens absorbant les NO_x .

Suivant d'autres caractéristiques de l'invention :

15 - la fonction réduction et/ou de catalyseur trois voies est incorporée aux compositions absorbant les NO_x sous une même formulation catalytique,
- la fonction réduction et/ou de catalyseur trois voies est incorporée aux compositions absorbant les NO_x sous différentes formulations catalytiques déposées sur un même substrat.

20 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention apparaîtront encore plus complètement à la lecture de la description qui va suivre.

25 Pour l'ensemble de la description, on entend par terres rares les éléments du groupe constitué par l'Yttrium et les éléments de la classification périodique de numéro atomique compris inclusivement entre 57 et 71.

30 Par ailleurs, on entend par surface spécifique, la surface spécifique B.E.T. déterminée par adsorption d'azote conformément à la norme ASTM D 3663-78 établie à partir de la méthode BRUNAUER - EMMETT - TELLER décrite dans le périodique "The Journal of the American Chemical Society, 60, 309 (1938)".

Les moyens absorbant les NO_x pour moteur à combustion pauvre, se caractérisent par l'association de deux compositions spécifiques qui vont maintenant être décrites plus en détail.

Ces compositions comprennent un support et une phase active. Le terme support doit être pris dans un sens large pour désigner, dans la composition, le ou les éléments majoritaires et/ou soit sans activité catalytique ni activité de piégeage propre, soit présentant une activité catalytique ou de piégeage non équivalente à celle de la phase active; et sur lequel ou sur lesquels sont déposés les autres éléments. Pour simplifier, on parlera dans la suite de la description de support et de phase active ou supportée mais on comprendra que l'on ne sortirait pas du cadre de la présente invention dans le cas où un élément décrit comme appartenant à la phase active ou supportée était présent dans le support, par exemple en y ayant été introduit lors de la préparation même du support.

La première composition est décrite ci-dessous.

Cette composition comprend une phase active qui est à base de manganèse et d'au moins un autre élément A choisi parmi les alcalins et les alcalino-terreux. Comme élément alcalin, on peut citer plus particulièrement le sodium et le potassium. Comme élément alcalino-terreux, on peut mentionner notamment le baryum. Comme la composition peut comprendre un ou plusieurs éléments A, toute référence dans la suite de la description à l'élément A devra donc être comprise comme pouvant s'appliquer aussi au cas où il y aurait plusieurs éléments A.

Par ailleurs, les éléments manganèse et A sont présents dans cette première composition sous une forme chimiquement liée. On entend par là qu'il y a des liaisons chimiques entre le manganèse et l'élément A résultant d'une réaction entre eux, ces deux éléments n'étant pas simplement juxtaposés comme dans un simple mélange. Ainsi, les éléments manganèse et A peuvent être présents sous la forme d'un composé ou d'une phase de type oxyde mixte.

Ce composé ou cette phase peuvent notamment être représentés par la formule A_xMnyO_{2+y} (1) dans laquelle $0,5 < y/x < 6$. Comme phase ou composé de formule (1) on peut citer à titre d'exemple ceux du type vernadite, hollandite, romanéchite ou psilomélane, birnessite, todorokite, buserite ou lithiophorite. Le composé peut être éventuellement hydraté. Le composé peut par ailleurs avoir une structure lamellaire de type CdI_2 . La formule (1) est donnée ici à titre illustratif, on ne sortirait pas du cadre de la présente invention si le

composé présentait une formule différente dans la mesure bien entendu où le manganèse et l'élément A seraient bien chimiquement liés.

L'analyse par RX ou par microscopie électronique permet de mettre en évidence la présence d'un tel composé.

5 Le degré d'oxydation du manganèse peut varier entre 2 et 7 et, plus particulièrement entre 3 et 7.

Dans le cas du potassium, cet élément et le manganèse peuvent être présents sous la forme d'un composé de type $K_2Mn_4O_8$. Dans le cas du baryum, il peut s'agir d'un composé de type $BaMnO_3$.

10 La première compositions comprend en outre un support. Comme support, on peut mettre en œuvre tout support poreux utilisable dans le domaine de la catalyse. Il est préférable que ce support présente une inertie chimique vis à vis des éléments manganèse et A suffisante pour éviter une réaction substantielle d'un ou de ces éléments avec le support qui serait susceptible
15 de gêner la création d'une liaison chimique entre le manganèse et l'élément A.

Toutefois, dans le cas d'une réaction entre le support et ces éléments, il est possible de mettre en œuvre des quantités plus importantes de manganèse et d'élément A pour obtenir la liaison chimique recherchée entre ces éléments.

20 Plus particulièrement, le support est à base d'un oxyde choisi parmi l'oxyde de cérium, l'oxyde de zirconium ou leurs mélanges.

On peut mentionner notamment pour les mélanges d'oxyde de cérium et d'oxyde de zirconium ceux décrits dans les demandes de brevets EP-A-605274 et EP-A735984 dont l'enseignement est incorporé ici. On peut plus
25 particulièrement utiliser les supports à base d'oxyde de cérium et de zirconium dans lesquels ces oxydes sont présents dans une proportion atomique cérium/zirconium d'au moins 1.

Pour ces mêmes supports, on peut aussi utiliser ceux qui se présentent sous forme d'une solution solide. Dans ce cas, les spectres en diffraction X du support révèlent au sein de ce dernier l'existence d'une seule phase
30 homogène. Pour les supports les plus riches en cérium, cette phase correspond en fait à celle d'un oxyde cérique CeO_2 cubique cristallisé et dont les paramètres de mailles sont plus ou moins décalés par rapport à un oxyde cérique

pur, traduisant ainsi l'incorporation du zirconium dans le réseau cristallin de l'oxyde de cérium, et donc l'obtention d'une solution solide vraie.

On peut encore mentionner pour les mélanges d'oxyde de cérium et d'oxyde de zirconium à base de ces deux oxydes et en outre d'oxyde de scandium ou d'une terre rare autre que le cérium, et notamment ceux décrits dans la demande de brevet WO 97/43214 dont l'enseignement est incorporé ici. Cette demande décrit en particulier des compositions à base d'un oxyde de cérium, d'un oxyde de zirconium et d'un oxyde d'yttrium, ou encore, outre l'oxyde de cérium et l'oxyde de zirconium à base d'au moins un autre oxyde choisi parmi l'oxyde de scandium et les oxydes de terres rares à l'exception du cérium, dans une proportion atomique cérium/zirconium d'au moins 1.

Ces compositions présentent une surface spécifique après calcination 6 heures à 900°C d'au moins 35m²/g et une capacité de stockage de l'oxygène à 400°C d'au moins 1,5ml d'O₂/g.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le support est à base d'oxyde de cérium et il comprend en outre de la silice. Des supports de ce type sont décrits dans les demandes de brevets EP-A-207857 et EP-A-547924 dont l'enseignement est incorporé ici.

La teneur totale en manganèse, alcalin, et alcalino-terreux peut varier dans de larges proportions. La teneur minimale est celle en deçà de laquelle on n'observe plus d'activité d'adsorption des NO_x. Cette teneur peut être comprise notamment entre 2 et 50%, plus particulièrement entre 5 et 30%, cette teneur étant exprimée en % atomique par rapport à la somme des moles d'oxyde(s) du support et des éléments concernés de la phase active.

Les teneurs respectives en manganèse, alcalin, et alcalino-terreux peuvent aussi varier dans de larges proportions, la teneur en manganèse peut être notamment égale à, ou proche de celle en alcalin ou alcalino-terreux.

On peut préparer la première composition du composé de l'invention par un procédé dans lequel on met en contact le support avec le manganèse et au moins un autre élément A ou avec des précurseurs du manganèse et d'au moins un autre élément A et où on calcine l'ensemble à une température suffisante pour créer une liaison chimique entre le manganèse et l'élément A.

Une méthode utilisable pour la mise en contact précisée est l'imprégnation. On forme ainsi tout d'abord une solution ou une barbotine de sels ou de composés des éléments de la phase supportée.

5 A titre de sels, on peut choisir les sels d'acides inorganiques comme les nitrates, les sulfates ou les chlorures.

On peut aussi utiliser les sels d'acides organiques et notamment les sels d'acides carboxyliques aliphatiques saturés ou les sels d'acides hydroxycarboxyliques. A titre d'exemples, on peut citer les formiates, acétates, propionates, oxalates ou les citrates.

10 On imprègne ensuite le support avec la solution ou la barbotine.

On utilise plus particulièrement l'imprégnation à sec. L'imprégnation à sec consiste à ajouter au produit à imprégner un volume d'une solution aqueuse de l'élément qui est égal au volume poreux du solide à imprégner.

15 Il peut être avantageux d'effectuer le dépôt des éléments de la phase active en deux étapes. Ainsi, on peut avantageusement déposer le manganèse dans un premier temps puis l'élément A dans un deuxième.

Après imprégnation, le support est éventuellement séché puis il est calciné. Il est à noter qu'il est possible d'utiliser un support qui n'a pas encore été calciné préalablement à l'imprégnation.

20 Le dépôt de la phase active peut aussi se faire par atomisation d'une suspension à base de sels ou de composés des éléments de la phase active et du support. On calcine ensuite le produit atomisé ainsi obtenu.

La calcination se fait, comme indiqué plus haut, à une température suffisante pour créer une liaison chimique entre le manganèse et l'élément A.

25 Cette température varie suivant la nature de l'élément A mais, dans le cas d'une calcination sous air, elle est généralement d'au moins 600°C plus particulièrement d'au moins 700°C, elle peut être notamment comprise entre 800°C et 850°C.

30 Des températures supérieures ne sont généralement pas nécessaires dans la mesure où la liaison chimique entre le manganèse et l'élément A est déjà formée mais par contre elles peuvent entraîner une diminution de la surface spécifique du support susceptible de diminuer les propriétés catalytiques de la composition.

La durée de la calcination dépend notamment de la température et elle est fixée aussi de manière à être suffisante pour créer une liaison chimique des éléments.

La seconde composition du composé de l'invention va maintenant
5 être décrite.

Cette composition comporte aussi un support et une phase active.

Ce qui a été dit plus haut au sujet de la phase active de la première composition s'applique aussi ici, notamment en ce qui concerne la nature des éléments de cette phase et leur quantité. Ainsi, l'élément B peut être plus parti-
10 culièrement le sodium, le potassium ou le baryum.

La phase active de la seconde composition peut être aussi à base de manganèse et d'au moins une terre rare. Cette terre rare peut être plus particulièrement choisie parmi le cérium, le terbium, le gadolinium, le samarium, le néodyme et le praséodyme.

La teneur totale en manganèse, alcalin, alcalino-terreux ou en terre
15 rare peut varier entre 1 et 50%, plus particulièrement entre 5 et 30%. Cette teneur est exprimée en % atomique par rapport à la somme des moles d'oxyde(s) du support et des éléments concernés de la phase supportée. Les teneurs respectives en manganèse, alcalin, alcalino-terreux ou en terres rares peuvent
20 aussi varier dans de larges proportions, la teneur en manganèse peut être notamment égale à, ou proche de celle en élément B.

Comme indiqué plus haut, une caractéristique de la seconde composition est qu'elle présente ou est susceptible de présenter une surface spécifique d'au moins 80m²/g après calcination 8 heures à 800°C. Plus particulière-
25 ment, cette surface spécifique est d'au moins 100m²/g après calcination 8 heures à 800°C.

On entend par surface spécifique, la surface spécifique B.E.T. déterminée par adsorption d'azote conformément à la norme ASTM D 3663-78 établie à partir de la méthode BRUNAUER - EMMETT - TELLER décrite dans le
30 périodique "The Journal of the American Chemical Society, 60, 309 (1938)".

Cette caractéristique de surface est obtenue par le choix d'un support convenable, présentant notamment une surface spécifique suffisamment élevée.

Ce support peut être à base d'alumine. On peut utiliser ici tout type d'alumine susceptible de présenter une surface spécifique suffisante pour une application en catalyse. On peut mentionner les alumines issues de la déshydratation rapide d'au moins un hydroxyde d'aluminium, tel que la bayerite, l'hydrargillite ou gibbsite, la nordstrandite, e/ou d'au moins un oxyhydroxyde d'aluminium tel que la boehmite, la pseudoboehmite et le diaspore.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, on utilise une alumine stabilisée. Comme élément stabilisant on peut citer les terres rares, le baryum, le silicium et le zirconium. Comme terre rare on peut mentionner tout particulièrement le cérium, le lanthane ou le mélange lanthane-néodyme.

La préparation de l'alumine stabilisée se fait d'une manière connue en soi, notamment par imprégnation de l'alumine par des solutions de sels, comme les nitrates, des éléments stabilisants précisés ou encore par coséchage d'un précurseur d'alumine et de sels de ces éléments puis calcination.

On peut citer par ailleurs une autre préparation de l'alumine stabilisée dans laquelle la poudre d'alumine issue de la déshydratation rapide d'un hydroxyde ou d'un oxyhydroxyde d'aluminium est soumise à une opération de mûrissement en présence d'un agent stabilisant constitué par un composé du lanthane et, éventuellement, un composé du néodyme, ce composé pouvant être plus particulièrement un sel.

Le mûrissement peut se faire par mise en suspension de l'alumine dans l'eau puis chauffage à une température comprise par exemple entre 70 et 110°C. Après le mûrissement, l'alumine est soumise à un traitement thermique.

Une autre préparation consiste en un type de traitement similaire mais avec le baryum.

La teneur en stabilisant exprimée en poids d'oxyde de stabilisant par rapport à l'alumine stabilisée est comprise généralement entre 1,5 et 15%, plus particulièrement entre 2,5 et 11%.

Le support peut aussi être à base de silice.

Il peut aussi être à base de silice et d'oxyde de titane dans une proportion atomique Ti/Ti+Si comprise entre 0,1 et 15%. Cette proportion peut être plus particulièrement comprise entre 0,1 et 10%. Un tel support est décrit notamment dans la demande de brevet WO 99/01216 dont l'enseignement est incorporé ici.

Comme autre support convenable, on peut utiliser ceux à base d'oxyde de cérium et d'oxyde de zirconium, ces oxydes pouvant se présenter sous la forme d'un oxyde mixte ou d'une solution solide de l'oxyde de zirconium dans l'oxyde de cérium ou réciproquement. Ces supports sont obtenus par un premier type de procédé qui comprend une étape dans laquelle on forme un mélange comprenant de l'oxyde de zirconium et de l'oxyde de cérium et on lave ou on imprègne le mélange ainsi formé par un composé alcoylé ayant un nombre d'atomes de carbone supérieur à 2. Le mélange imprégné est ensuite calciné.

Le composé alcoylé peut être choisi notamment parmi les produits de formule (2) $R_1-((CH_2)_x-O)_n-R_2$ dans laquelle R_1 et R_2 représentent des groupes alkyles linéaires ou non, ou H ou OH ou Cl ou Br ou I; n est un nombre compris entre 1 et 100; et x est un nombre compris entre 1 et 4, ou encore ceux de formule (3) $(R_3,R_4)-\emptyset-((CH_2)_x-O)_n-OH$ dans laquelle \emptyset désigne un cycle benzénique, R_3 et R_4 sont des substituants identiques ou différents de ce cycle et représentent l'hydrogène ou des groupes alkyles linéaires ou non ayant de 1 à 20 atomes de carbone, x et n étant définis comme précédemment; ou encore ceux de formule (4) $R_4O-((CH_2)_x-O)_n-H$ où R_4 représente un groupe alcool linéaire ou non, ayant de 1 à 20 atomes de carbone; x et n étant définis comme précédemment; et ceux de formule (5) $R_5-S-((CH_2)_x-O)_n-H$ où R_5 représente un groupe alkyle linéaire ou non ayant de 1 à 20 atomes de carbone, x et n étant définis comme précédemment.

On pourra se référer pour ces produits à la demande de brevet WO 98/16472 dont l'enseignement est incorporé ici.

Ces supports peuvent être aussi obtenus par un second type de procédé qui comprend une étape dans laquelle on fait réagir une solution d'un sel de cérium, une solution d'un sel de zirconium et un additif choisi parmi les tensioactifs anioniques, les tensioactifs non ioniques, les polyéthylènes glycols, les acides carboxyliques et leurs sels, la réaction pouvant éventuellement avoir lieu en présence d'une base e/ou d'un agent oxydant.

Comme tensioactifs anioniques on peut utiliser plus particulièrement les carboxylates, les phosphates, les sulfates et les sulfonates. Parmi les tensioactifs non ioniques on peut utiliser de préférence les alkyl phénols éthoxylés et les amines éthoxylées.

La réaction entre les sels de zirconium et de cérium peut se faire en chauffant la solution contenant les sels, il s'agit alors d'une réaction de thermo-hydrolyse. Elle peut aussi se faire par précipitation en introduisant une base dans la solution contenant les sels.

5 On pourra se référer pour ces produits à la demande de brevet WO 98/45212 dont l'enseignement est incorporé ici.

La préparation de la seconde composition peut se faire avec les mêmes méthodes que celles qui ont été données plus haut pour la première. On notera qu'après la mise en contact du support avec les éléments de la
10 phase active, on calcine l'ensemble à une température suffisante pour que ces éléments soient présents sous forme d'oxydes. Généralement, cette température est d'au moins 500°C, plus particulièrement d'au moins 600°C.

Le composé de l'invention tel que décrit plus haut se présente sous forme d'une poudre mais il peut éventuellement être mise en forme pour se
15 présenter sous forme de granulés, billes, cylindres ou nids d'abeille de dimensions variables.

L'invention concerne aussi un système, utilisable pour le piégeage des NO_x, qui comprend un revêtement (washcoat) à propriétés catalytiques et incorporant le composé selon l'invention, ce revêtement étant déposé sur un
20 substrat du type par exemple monolithe métallique ou céramique.

Ce système peut se présenter sous différents modes de réalisation.

Selon un premier mode, le système comprend un substrat et un revêtement constitué par deux couches superposées. Dans ce cas, la première couche contient la première composition du composé et la seconde couche
25 contient la seconde composition.

L'ordre des couches peut être quelconque, c'est à dire que la couche interne en contact avec le substrat peut contenir soit la première soit la seconde composition, la couche externe déposée sur la première contenant alors l'autre composition du composé.

30 Selon un second mode de réalisation, le composé est présent dans le revêtement sous la forme d'une couche unique qui comprend dans ce cas les deux compositions précisées, sous la forme d'un mélange, obtenu par exemple par mélange mécanique.

Un troisième mode de réalisation est envisageable. Dans ce cas, le système comprend deux substrats juxtaposés, chaque substrat comprenant un revêtement.

Le revêtement du premier substrat contient la première composition
5 et le revêtement du second substrat contient la seconde composition.

L'invention concerne par ailleurs l'utilisation d'un composé tel que décrit plus haut dans la fabrication d'un tel système.

La fonction réductrice et/ou de catalyseur trois voies TWC est composée de la manière suivante.

10 Métaux précieux : Groupe VIII du tableau périodique Pt, Pd et Rh avec des teneurs :

Pt : de 0,03 à 4 g/l, préférentiellement entre 0,3 et 1,9 g/l

Pd : de 0,03 à 5,6 g/l, préférentiellement entre 0,3 et 4 g/l

Rh: de 0,03 à 1,2 g/l, préférentiellement entre 0,07 et 0,6 g/l.

15 La fonction réductrice et/ou de catalyseur trois voies TWC est optimisée par les associations suivantes sur un même catalyseur : Pt/Rh, Pd/Rh et Pt/Pd/Rh.

Les métaux précieux peuvent être déposés sur le monolithe déjà enduit de support ou "washcoat", ensemble ou successivement et de préférence
20 dans certaines couches, s'il s'agit de technologie multicouches.

Dans ce dernier cas, au moins une couche de support ou "washcoat" peut ne supporter aucun des métaux précieux précités, les autres couches pouvant en supporter entre un et trois avec des teneurs et des proportions différentes.

25 Ils peuvent aussi être déposés préalablement à l'enduction sur au moins une des poudres du support.

Le même support peut être imprégné de plusieurs métaux précieux, soit séparément (par exemple le premier métal est imprégné sur une fraction du support et le deuxième métal, sur la fraction restante du même support), soit ensemble ou successivement sur la même partie du support.
30

Supports : Ils sont de deux types :

Parmi les oxydes réfractaires connus de l'homme de l'art pour ce type d'application, on utilise préférentiellement l'alumine : entre 20 et 250 g/l et de préférence entre 50 et 150 g/l.

5 L'alumine gamma est utilisée de préférence, mais aussi de l'alumine alpha, delta, etha, kappa et theta peuvent aussi être présentes sur le support avec une surface spécifique de 1 à 300 m²/g et de préférence entre 10 et 200 m²/g.

Cette alumine peut être stabilisée thermiquement par ajout d'un ou de plusieurs dopants tels que les oxydes de métaux alcalino-terreux, de préférence 10 Ba et Sr ou les oxydes de terres rares, de préférence le La et Ce.

La teneur totale de ces dopants est comprise entre 1 et 15% en poids de préférence entre 3 et 10%.

Constituants de stockage d'oxygène.

15 La teneur de ces constituants est comprise entre 10 et 200 g/l, de préférence entre 20 et 100 g/l d'oxydes Cérium ou de Ce-Zr préformés pouvant être dopés. Ces oxydes peuvent contenir entre 10 et 90% en poids d'oxyde de Ce et de 10 à 90% d'oxyde de Zr et entre 1 et 20% de dopants. Les dopants possibles sont de préférence des oxydes de terres rares, de préférence La, Pr, Nd, ainsi que l'Yttrium. Plusieurs dopants ou promoteurs peuvent se trouver 20 présents dans le même oxyde de Ce-Zr.

Plusieurs oxydes de Ce-Zr de compositions différentes peuvent se retrouver dans une même technologie et dans le cas d'une technologie multicouche, chaque couche peut en contenir plusieurs, de compositions différentes, aussi bien à l'intérieur d'une même couche qu'entre les différentes couches.

25 D'autre part, au moins une des couches peut ne pas contenir ce type de composé.

* Eléments fixateurs de H₂S :

La fonction réductrice et/ou de catalyseur trois voies contient 0 à 50 g/l maximum, de préférence entre 10 et 30 g/l de tels éléments fixateurs.

30 Les oxydes préférés pour cette fonction sont les oxydes de Ni, Cu et Mn et peuvent être utilisés seuls ou en association, tels quels ou déposés sur un ou plusieurs supports précités, mais aussi sur l'oxyde de cerium.

Ces composés peuvent être enduits dans une couche spécifique ne comportant pas de métaux précieux.

La fonction de réduction et/ou de catalyseur trois voies TWC, telle que décrites ci-dessus peut être déposée sous la forme d'une monocouche ou sous forme multicouche sur un substrat.

5 Le produit piège à NO_x tel que décrit ci-dessus peut être déposé sous la forme d'une monocouche ou sous forme multicouche sur ce même substrat ou alors combiné à la fonction réduction et/ou catalyseur trois voies TWC puis déposé.

Une combinaison de type sandwich de ces deux fonctions est également envisageable. Elle peut être réalisée par dépôt de chacune de ces fonctions sur des supports séparés et assemblage desdits supports par superposition.

Le produit catalyseur trois voies peut être également ajouté à chacune des deux compositions pièges à NO_x , déposées chacune sur un substrat différent, lesdits substrats pouvant être juxtaposés.

15 Les deux fonctions piège à NO_x et réduction et/ou catalyseur trois voies telles que décrites précédemment sont déposées sur le même substrat à canaux parallèles, préférentiellement un substrat en cordiérite dans les proportions suivantes :

- piège à NO_x de 25 à 500 g/l préférentiellement entre 100 et 300 g/l,
- réduction et/ou catalyseur trois voies de 25 à 300 g/l préférentielle-
- 20 ment de 50 à 150 g/l,
- soit une charge totale de 50 à 800 g/l.

L'invention concerne aussi un procédé de traitement de gaz en vue de la réduction des émissions des oxydes d'azote mettant en œuvre le composé de l'invention.

25 Les gaz susceptibles d'être traités dans le cadre de la présente invention sont, par exemple, ceux issus de turbines à gaz, de chaudières de centrales thermiques ou encore de moteurs à combustion interne. Dans ce dernier cas, il peut s'agir notamment de moteurs diesel ou de moteurs fonctionnant en mélange pauvre.

30 Le composé de l'invention fonctionne comme pièges à NO_x lorsqu'il est mis en contact avec des gaz qui présentent une teneur élevée en oxygène. Par gaz présentant une teneur élevée en oxygène, on entend des gaz présentant un excès d'oxygène par rapport à la quantité nécessaire pour la combustion stœchiométrique des carburants et, plus précisément, des gaz présentant

un excès d'oxygène par rapport à la valeur stœchiométrique $\lambda = 1$, c'est à dire les gaz pour lesquels la valeur de λ est supérieure à 1.

La valeur λ est corrélée au rapport air/carburant d'une manière connue en soi notamment dans le domaine des moteurs à combustion interne. De tels gaz peuvent être ceux de moteur fonctionnant en mélange pauvre (lean burn) et qui présentent une teneur en oxygène (exprimée en volume) par exemple d'au moins 2% ainsi que ceux qui présentent une teneur en oxygène encore plus élevée, par exemple des gaz de moteurs du type diesel, c'est à dire d'au moins 5% ou de plus de 5%, plus particulièrement d'au moins 10%, cette teneur pouvant par exemple se situer entre 5% et 20%.

Exemples :

On va donner ci-après des exemples de réalisation d'une formulation présentant des propriétés de piège à NO_x et de réduction et/ou de catalyseur trois voies TWC.

15 Exemple 1:

La fonction piège à NO_x est constituée d'une composition à base de (K-Mn) supportée sur une composition à base de (Ce-Zr-La) et d'une composition à base de (K-Mn) supportée sur une composition à base de Al 203-Ce, le tout dénommé ci-après piège à NO_x et enduit sur un substrat à canaux parallèles du type cordiérite avec une charge de 200 g/l.

La fonction de catalyseur trois voies TWC est constituée de la manière suivante :

- dépôt de 0,56% de Rh sur un support d'oxyde de Ce-Zr présentant une structure solide avec 20% de cérium et 80% de zircone et mélangé : charge 25 g/l.

- dépôt de 0,56% de Pd sur un support en Al2O3 stabilisé par un dopant Ba : charge de 125 g/l.

La formulation suivant l'invention présente donc une composition totale de 350 g/l de phase active sur un substrat céramique en cordiérite, décomposée en 200 g/l de fonction piège à NO_x et 150 g/l de fonction réduction et/ou de catalyseur trois voies TWC.

La formulation ainsi décrite a été enduite sous la forme d'une monocouche sur ledit substrat en cordiérite avec une charge de phase active de 350 g/l.

Le catalyseur ainsi obtenu est vieilli à 875°C durant 6h sous une composition rédox (CO, O₂ et H₂O).

Les résultats d'évaluation obtenus lors des tests catalytiques sont les suivants :

5

Tests catalytiques des fonctions de catalyseur trois voies TWC

Test de température d'amorçage

La composition du gaz sur lequel on a procédé au test de température d'amorçage est donnée dans le tableau I.

10

TABLEAU I

Composition du gaz testé.

Test réalisé par balayage thermique entre 200 et 450°C

COMPOSANT	unité	richesse	
		0,9800	1,0200
CO ₂	%	14	14
H ₂ O	%	10	10
CO	%	0,4	1,4
O ₂	%	0,775	0,484
C ₃ H ₆	ppm	375	375
C ₃ H ₈	ppm	125	125
NO	ppm	950	950
N ₂	%	74,68	73,97

15

VVH= 70 000 h⁻¹

vitesse volumique horaire

20

Résultats de tests d'amorçage

T° d'amorçage (R=1,02)

	CO	HC	NO _x
Piège à NO _x seul	n(*)	n(*)	n(*)
5 TWC seul 310°C	310°C	304°C	331°C
Invention	294°C	299°C	294°C
n(*) non mesurable			

Test de richesse

- 10 La composition du gaz sur lequel on a procédé au test de richesse est donnée dans le tableau II.

TABLEAU II

Composition du gaz testé.

- 15 Test effectué à une température de 465°C.
Richesse variant entre 1,04 et 0,97.

COMPOSANT	unité	teneurs
CO ₂	%	14
H ₂ O	%	10
CO	%	1,4
O ₂	%	0,085 à 1,46
C ₃ H ₆	ppm	375
C ₃ H ₈	ppm	125
NO	ppm	950
N ₂	%	74,37 à 72,995

VVH= 70 000 h⁻¹

- 20 perturbation, fréquence 0,5 Hertz
amplitude +/-3%

Résultats

		% de conversion au point d'isoconversion		
		CO	HC	NO _x
		n(*)	n(*)	n(*)
5	Piège à NO _x seul			
	TWC seul	97,6	99,1	97,6
	Invention	99,8	99,7	99,8
		n(*) non mesurable		

Tests catalytiques des fonctions piège à NO_x :

10 conditions expérimentales : .. VVh = 70.000 h⁻¹, 10%H₂O, 500 ppm NO, 10%O₂, 10% CO₂

Résultats

		NO _x piégé en mg/litre de catalyseur en 30 sec.			
		300°C	350°C	400°C	450°C
15	Piège à NO _x seul	45	70	68	31
	TWC seul	n(*)	9	56	60
	Invention	78	140	140	104
20	n(*) non mesurable				

La composition de traitement des gaz d'échappement suivant l'invention présente vis à vis des compositions connues, les avantages suivants.

La synergie des divers constituants de la composition permet :

- 25 - de meilleures performances de la fonction catalyseur trois voies PWC grâce à l'optimisation des produits OSC pour le stockage de l'oxygène contenus dans le piège à NO_x comme CeO₂ de l'exemple ou tout autre produit (Ce-Zr ...) qui élargissent la fenêtre d'activité en balayage et la conversion au point d'isoconversion PI.
- 30 - de meilleures performances en capacité de stockage de NO_x en grammes par litre de catalyseur ainsi que l'élargissement de la fenêtre de température par l'utilisation optimale des métaux précieux contenus dans la fonction de catalyseur trois voies TWC qui favorise la transformation de NO en NO₂ de préférence à basse température.

Du fait de l'augmentation des performances, il est possible de réduire de façon significative le volume catalytique ou le nombre de pots catalytiques.

- 5 Elle assure un meilleur traitement des NO_x (réduction) désorbés par le piège à NO_x du fait de la proximité de la fonction réduction incorporée qui est déposée sur le même substrat.

REVENDEICATIONS

1. Composition d'épuration des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne pouvant effectuer la combustion d'un combustible avec des rapports air-combustible pauvres comprenant des moyens absorbant les NO_x présents dans les gaz d'échappement, en présence d'un excès d'oxygène et qui libèrent les NO_x absorbés lorsque la concentration en oxygène des gaz d'échappement diminue, caractérisée en ce que les moyens absorbant les NO_x comprennent une association.:

- d'une première composition comprenant un support et une phase active, la phase active étant à base de manganèse et d'au moins un autre élément A choisi parmi les alcalins et les alcalino-terreux, le manganèse et l'élément A étant chimiquement liés,

- d'une seconde composition comprenant un support et une phase active à base de manganèse et d'au moins un autre élément B choisi parmi les alcalins, les alcalino-terreux et les terres rares, cette seconde composition présentant ou étant susceptible de présenter une surface spécifique d'au moins $80 \text{ m}^2/\text{g}$ après une calcination de 8 heures à 800°C , et en ce qu'en outre, une fonction de réduction et/ou de catalyseur trois voies est incorporée aux moyens absorbant les NO_x .

2. Composition suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la seconde composition présente ou est susceptible de présenter une surface spécifique d'au moins $100 \text{ m}^2/\text{g}$ après calcination 8 heures à 800°C .

3. Composition suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les éléments A et B sont choisis parmi le potassium, le sodium et le baryum.

4. Composition suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le support de la seconde composition est à base d'alumine ou d'alumine stabilisée par du silicium, du zirconium, du baryum ou une terre rare.

5. Composition suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le support de la seconde composition est à base de silice.

6. Composition suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le support de la seconde composition est à base de silice et d'oxyde de titane dans une proportion atomique $\text{Ti}/(\text{Ti}+\text{Si})$ comprise entre 0,1 et 15%.

7. Composition suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le support de la seconde composition est à base d'oxyde de cérium et d'oxyde de zirconium, ce support ayant été obtenu par un procédé dans lequel on forme un mélange comprenant de l'oxyde de zirconium et de l'oxyde de cérium et on lave ou on imprègne le mélange ainsi formé par un composé alcoxylé ayant un nombre d'atomes de carbone supérieur à 2.

8. Composition suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le support de la seconde composition est à base d'oxyde de cérium et d'oxyde de zirconium, ce support ayant été obtenu par un procédé dans lequel on fait réagir une solution d'un sel de cérium, une solution d'un sel de zirconium et un additif choisi parmi les tensioactifs anioniques, les tensioactifs non ioniques, les polyéthylènes glycols, les acides carboxyliques et leurs sels, la réaction pouvant éventuellement avoir lieu en présence d'une base et/ou d'un agent oxydant.

9. Composition suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le support de la première composition est à base d'un oxyde choisi parmi l'oxyde de cérium, l'oxyde de zirconium ou leurs mélanges.

10. Composition suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le support de la première composition est à base d'oxyde de cérium et il comprend en outre de la silice.

11. Composition suivant l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que la fonction réduction et/ou de catalyseur trois voies est incorporée à la composition absorbant les NO_x sous une même formulation catalytique.

12. Composition suivant l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que la fonction réduction et/ou de catalyseur trois voies est incorporée à la composition absorbant les NO_x sous différentes formulations catalytiques déposées sur un même substrat.

13. Composition suivant l'une des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que la fonction réduction et/ou de catalyseur trois voies comprend sur un même catalyseur :

- un ou plusieurs métaux précieux Pt, Pd, Rh,
- des supports, oxydes réfractaires de préférence Al_2O_3 dopé ou non par des éléments alcalino-terreux, de préférence Ba, Sr ou des oxydes de terres

rares, et/ou des oxydes de type CeO_2 , ZrO_2 ou Ce-Zr préformés pouvant être dopés préférentiellement par des oxydes de terres rares et/ou d'Yttrium et/ou des oxydes stockeurs d'oxygène préférentiellement ZrO_2 , CeO_2 ou des oxydes de Ce-Zr préformés pouvant être dopés préférentiellement par des oxydes de terres rares et/ou d'Yttrium, et/ou des éléments fixateurs de H_2S parmi les éléments ou oxydes de Ni, Mn, Cu.

14. Composition suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que la fonction de réduction et/ou de catalyseur trois voies TWC est déposée sous la forme d'une monocouche ou sous une forme multicouche sur un substrat, tandis que le produit piège à NO_x est déposé sous la forme d'une monocouche ou sous forme multicouche sur ce même substrat ou bien combiné à la fonction réduction et/ou catalyseur trois voies puis déposé sur ledit substrat.

15. Composition suivant l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que la fonction de réduction et/ou de catalyseur trois voies et le produit piège à NO_x forment une combinaison de type sandwich par dépôt sur des supports séparés et assemblage desdits supports par superposition.

16. Composition suivant l'une des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que la fonction de réduction et/ou de catalyseur trois voies et chacune des compositions pièges à NO_x forment une combinaison.

17. Composition suivant la revendication 16, caractérisée en ce que les deux combinaisons sont déposées sur le même substrat.

18. Composition suivant la revendication 16, caractérisée en ce que chaque combinaison est déposée sur un substrat séparé, les deux substrats étant ensuite juxtaposés.

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
national 2793163FA 573404
FR 9905869

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 09, 30 juillet 1999 (1999-07-30) & JP 11 114424 A (ISUZU CERAMICS RES INST CO LTD), 27 avril 1999 (1999-04-27) * abrégé *	1, 3, 11, 13, 14
A	FR 2 738 756 A (RHONE POULENC CHIMIE) 21 mars 1997 (1997-03-21) * revendications 1-3, 7, 12-14 *	1, 7, 11-15
A	EP 0 613 714 A (TOYOTA MOTOR CO LTD ;CATALER IND CO (JP); TOYODA CHUO KENKYUSHO KK) 7 septembre 1994 (1994-09-07) * revendications 2, 5 *	1, 3, 12
A	EP 0 764 460 A (FORD WERKE AG ;FORD FRANCE (FR); FORD MOTOR CO (GB)) 26 mars 1997 (1997-03-26) * colonne 1, ligne 45 - ligne 50 *	1, 3
A	DE 44 03 367 A (NIPPON CATALYTIC CHEM IND) 25 août 1994 (1994-08-25) * abrégé; exemples 99-101 *	1, 9
A	DE 197 24 545 A (BASF AG ;DAIMLER BENZ AG (DE)) 24 décembre 1998 (1998-12-24) * revendications 1, 2 *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		B01D B01J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
14 décembre 1999		Faria, C
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou amorce-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1
EPO FORM 1503 03.92 (P04C13)

THIS PAGE BLANK (USPTO)